

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2003 年 2 月 27 日 (27.02.2003)

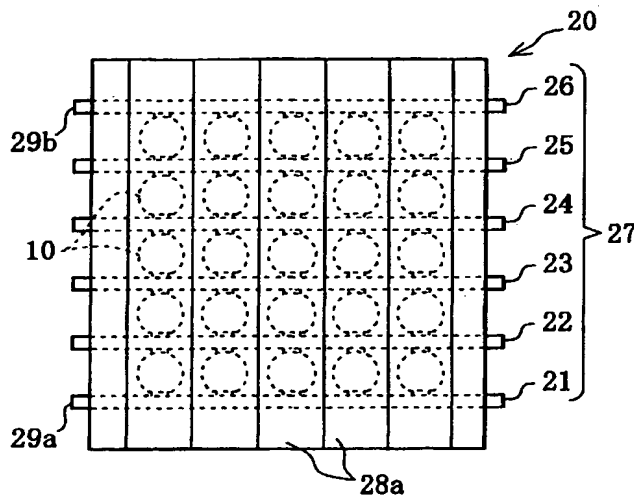
PCT

(10) 国際公開番号
WO 03/017382 A1

- (51) 国際特許分類⁷: H01L 31/072, 31/103, 33/00, 29/06 (74) 代理人: 岡村俊雄(OKAMURA, Toshio); 〒530-0047 大阪府大阪市北区西天満4丁目5番5号 岡村特許事務所 Osaka (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP01/06972 (81) 指定国 (国内): AU, CA, CN, JP, KR, US.
- (22) 国際出願日: 2001 年 8 月 13 日 (13.08.2001) (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (DE, FR, GB, IT, NL, SE).
- (25) 国際出願の言語: 日本語 添付公開書類:
— 国際調査報告書
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人 および
(72) 発明者: 中田 仗祐 (NAKATA, Josuke) [JP/JP]; 〒610-0102 京都府城陽市久世上大谷112番地の17 Kyoto (JP). 2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: LIGHT-EMITTING OR LIGHT-RECEIVING SEMICONDUCTOR MODULE AND METHOD OF ITS MANUFACTURE

(54) 発明の名称: 発光又は受光用半導体モジュール及びその製造方法



(57) Abstract: A semiconductor module (20) comprises twenty five semiconductor devices (10), for example, having photoelectric conversion function and arranged in a 5×5 matrix through an electrical connection mechanism comprising six connection leads (21-26), wherein the semiconductor devices (10) in each column are connected in series and the semiconductor devices (10) in each row are connected in parallel. Furthermore, a positive electrode terminal and a negative electrode terminal are buried in a light transmission member (28) of transparent synthetic resin and project to the outside. The semiconductor device (10) has a diffusion layer, a pn junction and one planar face on the surface of a spherical p-type semiconductor crystal, for example, wherein a positive electrode (6a) connected with the p-type semiconductor crystal and a negative electrode (6b) facing the positive electrode (6a) through the center are formed on the planar face.

[続葉有]

明 細 書

発光又は受光用半導体モジュール及びその製造方法

技術分野

- 5 本発明は、複数のほぼ球状の半導体デバイスを組み込んだ発光又は受光用モジュールとその製造方法に関する。この発光又は受光用半導体モジュールは、太陽電池パネル、照明用パネル、ディスプレイ、半導体光触媒など種々の用途に適用可能なものである。

10 背景技術

従来、p形又はn形の半導体からなる小径の球状の半導体素子の表面部に拡散層を介してp n接合を形成し、それら多数の球状の半導体素子を共通の電極に並列接続して、太陽電池や半導体光触媒に活用する技術が研究されている。

- 15 米国特許第3, 998, 659号公報には、n形の球状半導体の表面にp形拡散層を形成し、多数の球状半導体の拡散層を共通の膜状の電極（正極）に接続するとともに多数の球状半導体のn形コア部を共通の膜状の電極（負極）に接続して太陽電池を構成する例が開示されている。

- 20 米国特許第4, 021, 323号公報には、p形の球状半導体素子とn形の球状半導体素子を直列状に配置して、それら半導体を共通の膜状の電極に接続するとともに、それら半導体素子の拡散層を共通の電解液に接触させて、太陽光を照射して電解液の電気分解を起こさせる太陽エネルギーコンバータ（半導体モジュール）が開示されている。

- 25 米国特許第4, 582, 588号公報や米国特許第5, 469, 020号公報に示す球状セルを用いたモジュールにおいても、各球状セルはシート状の共通の電極に接続することより取付けられているため、複数の球状セルを並列接続するのに適するが、複数の球状セルを直列接続するのには適していない。

一方、本発明の発明者は、WO 98/15983やWO 99/10935号国際公開公報に示すように、p形半導体やn形半導体からなる球状の半導体素子に

接続機構とを備えている。

- そして、更に、前記各半導体デバイスは、p形又はn形の半導体からなるほぼ球状の半導体結晶の一部を除去して平坦面を形成した半導体素子と、前記平坦面を除く半導体素子の表層部に形成された拡散層又は半導体薄膜堆積層およびこの
- 5 拡散層又は半導体薄膜堆積層を介して形成されたほぼ球面状のp n接合と、前記半導体素子の中心を挟んで対向するように前記平坦面とこの平坦面と反対側の頂部に設けられた第1, 第2の電極とを備えている。

- 本発明の別の発光又は受光用半導体モジュールは、発光又は受光機能のあるほぼ球状の複数の半導体デバイスであって、導電方向を揃えた状態で複数列に区分
- 10 されてリング状に配置された複数列にした複数の半導体デバイスと、それら各列の複数の半導体デバイスを電氣的に直列接続すると共に同一平面にリング状に位置する複数の半導体デバイスを電氣的に並列接続する導電接続機構とを備えている。

- そして、更に、前記各半導体デバイスが、p形又はn形の半導体からなるほぼ
- 15 球状の半導体結晶の一部を除去して平坦面を形成した半導体素子と、前記平坦面を除く半導体素子の表層部に形成された拡散層又は半導体薄膜堆積層およびこの拡散層又は半導体薄膜堆積層を介して形成されたほぼ球面状のp n接合と、前記半導体素子の中心を挟んで対向するように前記平坦面とこの平坦面と反対側の頂部に設けられ前記p n接合の両端に接続された第1, 第2の電極とを備えている
- 20 (請求項5)。

- 本発明の発光又は受光用半導体モジュールの製造方法は、発光又は受光機能のあるほぼ球状の複数の半導体デバイスであって、その各々が、p形又はn形の半導体からなるほぼ球状の半導体結晶の一部を除去して平坦面を形成した半導体素子と、前記平坦面を除く半導体素子の表層部に形成された拡散層又は半導体薄膜
- 25 堆積層およびこの拡散層又は半導体薄膜堆積層を介して形成されたほぼ球面状のp n接合と、前記半導体素子の中心を挟んで対向するように前記平坦面とこの平坦面と反対側の頂部に設けられ前記p n接合の両端に接続された第1, 第2の電極とを備えた複数の半導体デバイスを製作する第1工程と、複数の半導体デバイ

図6の半導体素子に電極形成用のアルミニウムペーストと銀ペーストを付着させた半導体素子の断面図であり、図8は図7の半導体素子を加熱処理して1対の電極を形成した半導体素子の断面図である。

図9はリードフレームの平面図であり、図10は最も下側のリードフレームとペーストの断面図であり、図11は中間のリードフレームとペーストの断面図であり、図12は複数の半導体デバイスと複数のリードフレームを組み合わせた組立体の平面図であり、図13は前記組立体の正面図であり、図14は透明合成樹脂製の光透過部材を成形後の3組の半導体モジュールとリードフレームの平面図であり、図15は図14のXV-XV線断面であり、図16は半導体モジュールの平面図であり、図17は半導体モジュールの正面図であり、図18は半導体モジュールの等価回路図である。

図19は第2変更実施形態に係る透明合成樹脂製の光透過部材を成形後の1組の半導体モジュールとリードフレームの平面図であり、図20は図19のXX-XX線断面図である。図21は第3変更実施形態に係る半導体モジュールの平面図であり、図22は図21のXXII-XXII線断面図である。

図23は第4変更実施形態に係るベースシートの平面図であり、図24は接続リードを形成したベースシートの平面図であり、図25は半導体デバイスを装着したベースシートの平面図であり、図26はベースシートと半導体デバイスを組立てた組立体の端面図であり、図27はベースシートと半導体デバイスと光透過部材などからなる半導体モジュールの端面図であり、図28は図27の半導体モジュールを部分的に変更した半導体モジュールの端面図である。図29は前記とは別のベースシートの平面図であり、図30は図29のベースシートの縦断面図である。

図31は第5変更実施形態に係る半導体素子の断面図であり、図32は図31のものにシリコン成長層とpn接合を形成した半導体素子の断面図であり、図33は図32のものに反射防止膜を形成した半導体素子の断面図であり、図34は図33の半導体素子に正負の電極を形成した半導体デバイスの断面図である。

図35は第6変更実施形態に係る半導体素子の断面図であり、図36は図35

ほぼ球面状のpn接合4（正しくは、pn⁺接合）が形成されている。半導体素子1の平坦面2には、拡散マスク用薄膜5を貫通して半導体素子1のp形シリコン単結晶に電氣的に接続された正電極6aが形成されている。半導体素子1のうち、その中心を挟んで正電極6aと反対側の頂部には、反射防止膜7を貫通して

5 n形の拡散層3に電氣的に接続された負電極6bが形成されている。尚、前記正電極6aはアルミニウムペーストを付着焼成させたものであり、負電極6bは銀ペーストを付着焼成させたものである。反射防止膜7は、リンを含んだシリコン酸化膜（例えば、厚さ0.6～0.7 μm）からなり、この反射防止膜7は拡散マスク用薄膜5以外の半導体素子1の全表面を覆うように形成され、拡散マスク用薄

10 膜5と協働して半導体素子1のほぼ全表面を覆っている。尚、以下に説明する半導体デバイス10の製造方法の記載からも、半導体デバイス10の構造が一層明瞭となろう。

この半導体デバイス10においては、ほぼ球面状のpn接合4が光電変換機能を有し、太陽光を受けて光電変換し正電極6aと負電極6bの間に最大で約0.15

6ボルトの起電力を発生する。この半導体デバイス10においては、ほぼ球面状のpn接合4を有し、平坦面2に正電極6aを形成し、正電極6aの反対側の位置であって拡散層4の中心に対応する位置に接続された負電極6bを形成してあるため、両電極6a、6bを結ぶ方向を除き、全ての方向から入射する光に対しても、一様な光感度を有する。

20 平坦面2を形成し、平坦面2に正電極6aを形成し、平坦面2と反対側の頂部に負電極6bを形成したので、半導体デバイス10が転がりにくくなり、真空ピンセットで吸着する際には平坦面2が吸着可能となり、複数の半導体素子1を向きを揃えて整列させ易くなり、取扱い易くなった。しかも、正電極6aと負電極6bをセンサや目視にて容易に判別可能になり、多数の半導体デバイス10を半

25 導体モジュールに組み立てる際の作業能率を高めることができる。しかも、負電極6bの形成の為に平坦面を形成する必要がないので、電極形成の為に工程を減らすことができるため、半導体素子1の製作費を低減する上でも有利である。

次に、前記の半導体デバイス10を製造する方法について、図1～図8を参照

晶 1 a に対して研磨加工を施す。

前記平坦面 2 を形成することにより、半導体結晶 1 a, 1 b の表面の品質の安定しない部分を除去できるうえ、多数の半導体素子 1 の高さ H を揃えることができるため、後述の半導体モジュール 2 0 の製作の際に有利である。

- 5 次に、図 3 に示すように、熱酸化法により半導体素子 1 の全表面にシリコン酸化膜からなる拡散マスク用薄膜 5 (例えば、膜厚 0.6 ~ 0.7 μm) を形成する。

次に、図 4 に示すように、耐酸性シート 8 上に耐酸性ワックス 9 をコーティングし、加熱してワックスを溶融させた状態で、多数の半導体素子 1 の平坦面 2 を耐酸性シート 8 に密着するように接触させて固着する。次に、前記の耐酸性シ

- 10 ト 8 とワックス 9 と多数の半導体素子 1 を、フッ酸 (HF) とフッ化アンモニウム (NH_4F) を混合したエッチング液に浸漬し、耐酸性ワックス 9 で覆われていない拡散マスク用薄膜 5 をエッチングにより除去し、その後ワックス 9 を溶解除去すると、図 5 に示す半導体素子 1 が得られる。この半導体素子 1 においては、半導体素子 1 の平坦面 2 とその外周近傍部にのみ拡散マスク用薄膜 5 が残る。

15

次に、図 6 に示すように、平坦面 2 とその外周近傍部を拡散マスク用薄膜 5 でマスクした状態において、公知の方法により n 形ドーピング不純物としてのリン (P) を半導体素子 1 の表面に拡散させて n⁺ 形の拡散層 3 (深さ 0.4 ~ 0.5 μm) を形成し、半導体素子 1 の表面から深さ 0.4 ~ 0.5 μm 程度に位置するほぼ

- 20 球面状の p n 接合 4 を形成する。

リンを拡散する際に p n 接合 4 の端縁は拡散マスク用薄膜 5 の下に拡散して潜り込み表面が保護され、拡散マスク用薄膜 5 が残っていない表面には、リンを含む薄いシリコン酸化膜 (例えば、膜厚 0.4 μm 程度) が形成されるので、このシリコン酸化膜をそのまま残して反射防止膜 7 とする。そのため、反射防止膜 7 を

- 25 形成する工程を省略可能となるので有利である。但し、前記のシリコン酸化膜の表面に CVD 法により二酸化シリコンを堆積させて反射防止膜の厚さを最適な値に調整してもよい。こうして、図 6 に示すように、半導体素子 1 の平坦面 2 とその外周近傍部は、 SiO_2 からなる拡散マスク用薄膜 5 で覆われ、残りの表面部

、複数の半導体素子 1 を電氣的に接続する構造として、導電性エポキシ樹脂などで接続する構造を採用することもできる。

上記の電極形成の際、拡散マスク用薄膜 5 の表面にアルミニウムペースト 6 A を塗布すると共に、反射防止膜 7 の表面に銀ペースト 6 B を塗布してから加熱焼成することで、p 形半導体に接続された正電極 6 a と、拡散層 3 に接続された負電極 6 b を形成するため、電極形成の行程を簡単化できる。しかも、拡散層 3 の形成時に形成されたシリコン酸化膜を反射防止膜 7 として有効活用するため、半導体デバイス 10 を製作する工程の数が格段に少なくなり、製造費用を格段に低減することができる。

- 10 次に、上記のように製作した太陽電池セルとしての半導体デバイス 10 を用いて大量生産に適した安価な樹脂モールド形受光用半導体モジュール 20 (太陽電池モジュール) の構造と製造方法について説明する。最初に、その構造について、図 16、図 17 を参照して説明する。この受光用半導体モジュール 20 は、実際には多数行多数列のマトリックス状に配置する半導体デバイス 10 を主体にして構成されるが、説明を簡単にする為に例えば 5 行 5 列の 25 個の半導体デバイス 10 を用いた受光用半導体モジュールを例にして説明する。この受光用半導体モジュール 20 は、25 個の半導体デバイス 10 と、これら 25 個の半導体デバイス 10 を電氣的に接続する導電接続機構 27 であって 6 本の接続リード 21 ~ 26 からなる導電接続機構 27 と、光透過部材 28 と、正極端子 29 a 及び負極
- 15 端子 29 b を有する。

- 25 個の粒状の半導体デバイス 10 は、導電方向を揃えた状態で 5 行 5 列に配置され、導電接続機構 27 により各列の複数の半導体デバイス 10 が電氣的に直列接続されると共に、各行の複数の半導体デバイス 10 が電氣的に並列接続されている。導電接続機構 27 は、6 本の金属製の接続リード 21 ~ 26 で構成されている。6 本の接続リード 21 ~ 26 は、最下行の半導体デバイス 21 の下面側の正電極 6 a に接続された接続リード 21 と、各行の半導体デバイス 10 とその上面側に隣接する行の半導体デバイス 10 の間に装着された接続リード 22 ~ 25 と、最上行の半導体デバイス 10 の上面側の負電極 6 b に接続された接続リー

ス 10 を介して分流出力されるため、一部の半導体デバイス 10 の故障や機能低下による悪影響は殆ど生じず、信頼性と耐久性に優れる受光用半導体モジュール 20 となる。しかも、簡単な構造の導電接続機構 27 を介して複数の半導体モジュール 20 を直列かつ並列に接続することができる。

- 5 次に、以上説明した受光用半導体モジュール 20（太陽電池モジュール）を製造する方法について、図 9～図 15 を参照して説明する。

最初に、前述した多数の半導体デバイス 10 を製作し、これと並行して、図 9 に示すように、鉄ニッケル合金（Fe 56%、Ni 42%）の薄板（厚さ 0.3 mm 程度）の表面に厚さ 3 μ m 程度の銀メッキ又はニッケルメッキしたものを金型でパンチングして、4 つの開口部 30 a, 30 b を有する平板状のリードフレーム 21 A～26 A を製作する。リードフレーム 21 A には、4 mm 程度の幅の外枠部 31 と互いに平行な例えば 0.5 mm の幅の 3 本の接続リード 21 を形成する。その他のリードフレーム 22 A～26 A についても同様である。

次に、図 9～図 13 に示すように、各リードフレーム 21 A～25 A の接続リード 21～25 の上面の 5 か所にアルミニウムペースト 32（直径 0.5 mm、厚さ 0.2～0.3 mm）を印刷し、リードフレーム 22 A～26 A の接続リード 22～26 の下面の 5 か所に銀ペースト 33（直径 0.5 mm、厚さ 0.2～0.3 mm）を印刷する。次に、リードフレーム 21 A の接続リード 21 のアルミニウムペースト 31 の上に半導体デバイス 10 を正電極 6 a を下にして載置する。次に、第 1 行目の 15 個の半導体デバイス 10 の上にリードフレーム 22 A を載置して、15 個の負電極 6 b を接続リード 22 の銀ペースト 33 に接触させる。以下、前記と同様に、リードフレーム 23 A～26 A と半導体デバイス 10 を順々に載置していき、これらリードフレーム 21 A～26 A を用いて、25 個×3 の半導体デバイス 10 を、図 13 に示すような 3 組の 5 行 5 列のマトリックス状に配置して組立体 30 を作る。その後、最上段のリードフレーム 26 A の上に所定の重りを載置した状態で、加熱炉内に収容して 160～180℃ 程度の温度で加熱し、アルミニウムペースト 32 と銀ペースト 33 を硬化させる。

こうして、6 枚のリードフレーム 21 A～26 A を介して各組（各モジュール

ウムペーストを硬化させて、接続リード21～25に半導体デバイス10を固着させる。

次に、各リードフレーム21A～25Aに固着した15個の半導体デバイス10の頂部（半導体デバイス10の中心を挟んで平坦面2に対向する頂部）に銀ペースト（直径0.5 mm、厚さ0.2～0.3 mm）を塗布し、各リードフレーム21A～25Aの15個の半導体デバイス10の上に夫々対応する各リードフレーム22A～26A（上面側に半導体デバイス10を固着したリードフレーム22A～25Aと、半導体デバイス10を固着していないリードフレーム26A）を、リードフレーム22A～26Aの外形の2辺を基準として載置し、接続リード22～26を銀ペーストに接触させて、図13に示すような組立体30に組立て、この組立体30を加熱炉内で150℃に加熱して銀ペーストを硬化させ、接続リード22～26に半導体デバイス10を固着させる。

次に、組立体30を加熱炉内に収容し、窒素雰囲気にして800～850℃の温度で約30分間加熱する。この加熱より、各半導体デバイス10の拡散マスク用薄膜5が熱破壊されてアルミニウムペーストがp形シリコン半導体に接続状態となり、アルミニウムペーストが正電極6aを形成する。同時に、各半導体デバイス10の反射防止膜7が熱破壊されて銀ペーストがn形拡散層3に接続状態となり、銀ペーストが負電極6bを形成する。こうして、図13に示す組立体30が完成する。この方法では、各半導体デバイス10に正負の電極6a、6bを形成する工程を省略し、組立体30の組立と並行的に電極6a、6bを形成できるため、半導体モジュール20の製作費を低減する上で有利である。

<第2変更実施形態>（図19、図20参照）

前記実施形態では、組立体30を成形金型内に収容して、透明合成樹脂を注入して3組分の半導体モジュール20を成形し、その後各半導体モジュール20を外枠31から分断した。しかし、必ずしも、前記のように3組分の半導体モジュール20に成形する必要はなく、図19、図20に示すように、25個×3の半導体デバイス10と接続リード21～26を立方体状の成形キャビティを有する

46bには半径方向外側に突出する4つの外部リード41c~46cが形成されている。40個の半導体デバイス10は、導電方向を揃えた状態で8列に区分されて周方向に等間隔おきに内側接続リード41a~46a(例えば、幅0.8mm)に接続され、残りの40個の半導体デバイス10は導電方向を揃えた状態で8
5 列に区分されて周方向に等間隔おきに外側接続リード41b~46b(例えば、幅0.8mm)に接続されている。

導電接続機構50は、最下段の環状リードフレーム41と、中段の環状リードフレーム42~45と、最上段の環状リードフレーム46とを有する。環状リードフレーム41~46は、前記実施形態のリードフレーム(21~26)と同様
10 の材質の同様の板厚のものである。最下段の環状リードフレーム41の外部リード41cが正極端子47aとされ、また、最上段の環状リードフレーム46の外部リード46cが負極端子47bとされる。

前記の半導体モジュール20と同様に、各環状リードフレーム41~45は、その上側の半導体デバイス10の正電極6aにアルミニウムペーストにて接続さ
15 れると共に、各環状リードフレーム42~46は、その下側の半導体デバイス10の負電極6bに銀ペーストにて接続されている。こうして、導電接続機構50は、各列の5個の半導体デバイス10を電気的に直列接続すると共に各段の16個の半導体デバイス10を電気的に並列接続している。

前記の6枚の環状リードフレーム41~46と80個の半導体デバイス10と
20 を組み立てた組立体51は、円柱状の光透過部材48内に埋め込まれている。但し、外部リード41c~46cの外端部は外部に突出している。光透過部材48は、アクリルやポリカーボネートなどの透明合成樹脂からなる。光透過部材48の下端面と上端面の中央部には光の導入率を高める為の円錐状の凹部48a, 48bが形成されている。光透過部材48の下端の外周部と上端の外周部には光の
25 導入率を高める為の部分円錐状の面取り部49a, 49bが形成されてる。

この半導体モジュール40を製造する方法について説明する。

最初に、環状リードフレーム41~46と、80個の半導体デバイス10を製作して準備する。次に、半導体モジュール20を製作したのと同様にして、

大きさや形状に形成するのが望ましい。小穴の形状は正方形に限定されず、種々の形状を適用可能である。

このベースシート60は、精密な成形金型を用いて射出成形等で製作することができるし、シート状又はフィルム状のベースシート素材に、所定のマスキングを施した状態でエキシマレーザー等のレーザー光線による穴あけ加工により製作してもよく、その他の方法で製作してもよい。

次に、図24に示すように、多数の接続リード形成部63の少なくとも片面と、小穴61に面する部分に、透明な導電性合成樹脂又は金属製の導電膜64a（例えば、厚さ10～30 μ m）を形成して接続リード64にする。ベースシート60の列方向一端側と他端側の外部導線接続部65には、導電性合成樹脂又は金属製の導電膜66a（例えば、厚さ10～30 μ m）を形成し、小穴61に面する部分にも導電膜66aを形成して接続リード66にする。尚、金属製の導電膜64a、66aを形成する場合は、例えばニッケルメッキ膜で形成してもよい。また、前記のベースシート60の製作に先行して又は並行して図8に示したものと同様の半導体デバイス10を多数製作する。

次に、図25、図26に示すように、ベースシート60を適当な水平な台板の上に約0.5 mm程度浮上した状態にセットした状態で、多数の小穴61の各々に半導体デバイス10を装着する。この場合、半導体デバイス10の正電極6aと負電極6bに導電性接着剤や導電性ペースト（アルミニウムペースト、銀ペースト、金ペーストなど）を塗布し、全部の半導体デバイス10における導電方向が揃うように且つ正負の電極6a、6bが対応する導電膜64a、66aに面接触する状態に半導体デバイス10を小穴61に装着し、半導体デバイス10をベースシート60の両方の面外へほぼ等しく突出させる。その後、必要に応じて、電極6a、6bの所の導電性接着剤や導電性ペーストにレーザー光を照射して硬化させてもよい。

こうして、多数の接続リード64、66と、半導体デバイス10の電極6a、6bを接続リードに接続する導電ペースト等からなる導電接続機構が構成され、この導電接続機構により、各列の半導体デバイス10が直列接続される共に、各

本実施形態の半導体モジュール70, 70Aによれば、前記半導体モジュール20, 20A, 40と同様の作用、効果が得られる上、特有の作用、効果も得られる。この半導体モジュール70, 70Aでは安価に製作可能なベースシート60に、接続リード64, 66を形成し、多数の半導体デバイス10を装着し、射出成形等により合成樹脂製の光透過部材68, 68Aを形成することでシート状に製作するので、シート状又はフィルム状の軽量の半導体モジュールとなり、製作費を低減することができ、多数の半導体デバイス10により高出力あるいは高電圧の光起電力を発生させることができる。

半導体モジュール70, 70Aは2.0 ~ 3.0 mmの厚さのものも製作可能であり、窓ガラスに貼り付け可能な太陽電池パネル（太陽電池シート）も実現できる。しかも、可撓性の半導体モジュール70, 70Aに構成することも可能であり、自動車のボディー表面に装着可能な半導体モジュールなど、種々の用途に適用可能な半導体モジュール70, 70Aを製作することができる。

特に、半導体モジュール70Aにおいては、マトリックス状に配置された半導体デバイスが2層構造にして組み込んであるため、光透過部材68A内に入射した光が半導体デバイス10に吸収されやすく、光利用効率が高くなる。

次に、この変更実施形態を部分的に変更した例について図29、図30に基づいて簡単に説明する。図29、図30に示すように、例えばアクリル又はポリカーボネート等の透明合成樹脂製のベースシート71（例えば、厚さ1.5 ~ 2.0 mm）に多数のほぼ半球状の小凹部72を多数行多数列のマトリックス状に形成する。このベースシート71の裏面には例えばニッケルメッキ膜などの光反射膜73を形成してもよく、光反射膜73を省略してもよい。尚、ベースシート71は軟質の透明合成樹脂材料で構成してもよい。

この小凹部72は半導体デバイス10の片側半分を微小の隙間をもって又は隙間なしに装着可能に形成されるが、半導体デバイス10の平坦面2の形状に適合する平坦部72aが形成されている。そして、各小凹部72の列方向両端側には正負の電極6a, 6bに面接触させて保持する為の保持片74が図29の紙面手前側へ約0.4 mm位突出するように形成してある。このベースシート71に前記

用薄膜 8 4 の外面にシリコン窒化膜 (Si_3N_4) を形成してもよい。

次に、図 3 2 に示すように、外部に露出した p 形シリコン単結晶 8 2 の表面に公知の例えばジクロロシラン (SiH_2Cl_2)、モノシラン (SiH_4) を原料ガスとしたホットウオール形常圧化学的気相堆積法 (CVD 法) を用いて均一な膜厚 (例えば、0.5 ~ 1.5 μm) の n^+ 形成層 8 5 (これが、半導体薄膜堆積層に相当する) を成長させる。こうして、p 形シリコン単結晶 8 2 の表層部に球面状の p-n 接合 8 6 が形成される。次に、公知のエッチング方法を用いてマスク用薄膜 8 4 を除去し、更に全表面を軽く (例えば、厚さ 0.1 ~ 0.2 μm) エッチングする。その後改めて厚さ 0.4 ~ 0.5 μm のシリコン酸化膜を被着 (形成) して図 3 3 に示すようにほぼ球面状の反射防止膜 8 7 を形成する。

この反射防止膜 8 7 としては、シリコン酸化膜以外に、酸化チタン、窒化シリコン、酸化アルミニウム、弗化マグネシウムなどの薄膜も適用できる。

次に平坦面 8 3 の中心部と、半導体素子 8 1 の中心を挟んで平坦面 8 3 に対向する球面の頂部に、前記実施形態と同様にして、正電極 8 8 a と負電極 8 8 b を形成する。この半導体デバイス 8 0 (球面受光セル) も図 8 の半導体デバイス 1 0 とほぼ同様の光電変換機能を奏し、広い指向性を持っている。

< 第 6 変更実施形態 > (図 3 5 ~ 図 3 8 参照)

図 3 8 は、ほぼ球面状の受光面を持つ npn フォトトランジスタ 9 0 (半導体デバイス) の断面図であり、この npn フォトトランジスタ 9 0 の製作方法と構造について、図 3 5 ~ 図 3 8 に基づいて説明する。

図 3 5 に示す半導体素子 9 1 は、球状の n 形シリコン単結晶 9 2 (抵抗率 1 ~ 10 Ωcm) の 1 つの頂部に平坦面 9 3 を形成し、平坦面 9 3 とその外周近傍部にボロンの拡散マスク用薄膜 9 4 (シリコン酸化膜) を形成したものである。この半導体素子 9 1 は、前記実施形態の図 5 の p 形シリコン単結晶の代わりに、n 形シリコン単結晶 9 2 を適用した点で異なるだけであるので、図 5 の半導体素子 1 とほぼ同様にして製作することができる。

次に、n 形シリコン単結晶 9 2 の表層部に公知の熱拡散技法を用いて p 形不純

晶半導体、あるいは多層構造の半導体を適用したり、GaAs、InP、GaP、GaN、InCuSe、SiCなどの何れかの化合物半導体を適用してもよいし、また、その他の半導体を適用してもよい。

2) 半導体素子1を形成する半導体結晶の直径は1.5 mmに限定される訳ではなく、0.5 ~ 3.0 mm程度の大きさにする場合もある。そして、半導体素子1を形成する半導体結晶の導電形はp形に限定される訳ではなく、n形でもよく、その場合p形拡散層を形成するものとする。

3) 化学的気相成長法(CVD)など他の半導体薄膜堆積法を用いて前記拡散層3とpn接合4を形成することも可能である。

10 4) 反射防止膜7として、シリコン酸化膜の代わりに、酸化チタン膜や窒化珪素膜など他の絶縁膜で構成してもよい。

5) 電極6a, 6bの何れか一方又は両方は、金、銀、銅、アルミニウム、アンチモン、アンチモンと金の合金、ガリウム、ガリウムと銀の合金、ガリウムと金の合金、などの何れかの電極材料や、それらのペーストを用いて形成すること
15 ができる。

6) 半導体モジュール20, 20Aにおける光透過部材の代わりに、半導体モジュールの両面に強化ガラスを装着し、その強化ガラスの間に透明なエチレンビニルアセテート(EVA)樹脂等を充填し、端部を枠材で封止した構造を採用してもよい。

20 7) 半導体モジュール20, 20A, 40に装着する半導体デバイスの数や配置や形態は、前記実施形態のものに限定される訳ではなく、自由に設定することができる。例えば、透明な合成樹脂製の薄いシート(例えば、厚さ0.3 mm)に多数の半導体デバイスを多数行多数列に装着し、導電接続機構により、各列の多数の半導体デバイスを直列接続すると共に各行の半導体デバイスを並列接続し、
25 その後前記シートの両面に光透過部材膜を成形して可撓性のあるシート状の構造の半導体モジュールとすることもあり得る。そして、このシート状の半導体モジュールにおいても、半導体デバイス10を複数層に配置することもできる。

8) 前記の半導体モジュールは、受光機能のある半導体モジュールを例にして

請求の範囲

1. 発光又は受光機能のあるほぼ球状の複数の半導体デバイスであって、導電方向を揃えた状態で複数行複数列に配設された複数の半導体デバイスと、
- 5 それら各列の複数の半導体デバイスを電氣的に直列接続すると共に各行の複数の半導体デバイスを電氣的に並列接続する導電接続機構とを備え、
- 前記各半導体デバイスが、
- p形又はn形の半導体からなるほぼ球状の半導体結晶の一部を除去して平坦面を形成した半導体素子と、
- 10 前記平坦面を除く半導体素子の表層部に形成された拡散層又は半導体薄膜堆積層およびこの拡散層又は半導体薄膜堆積層を介して形成されたほぼ球面状のp n接合と、
- 前記半導体素子の中心を挟んで対向するように前記平坦面とこの平坦面と反対側の頂部に設けられ、前記p n接合の両端に接続された第1, 第2の電極と、
- 15 を備えたことを特徴とする発光又は受光用半導体モジュール。
2. 請求の範囲第1項の発光又は受光用半導体モジュールにおいて、
- 前記導電接続機構が、金属製の薄板状の複数のリードフレームを備えたことを特徴とする発光又は受光用半導体モジュール。
3. 請求の範囲第1項又は第2項の発光又は受光用半導体モジュールにおいて
- 20 、前記全部の半導体デバイスを埋め込んだ状態に覆う光透過部材を設けたことを特徴とする発光又は受光用半導体モジュール。
4. 請求の範囲第3項の発光又は受光用半導体モジュールにおいて、前記光透過部材が各列の半導体デバイスの少なくとも片側に位置する部分円柱レンズ部を有することを特徴とする発光又は受光用半導体モジュール。
- 25 5. 発光又は受光機能のあるほぼ球状の複数の半導体デバイスであって、導電方向を揃えた状態で複数列に区分されてリング状に配置された複数列にした複数の半導体デバイスと、
- それら各列の複数の半導体デバイスを電氣的に直列接続すると共に同一平面に

ガリウム (GaAs)、磷化インジウム (InP)、磷化ガリウム (GaP)、窒化ガリウム (GaN)、セレン化インジウム・銅 (InCuSe)、シリコンカーバイド (SiC) のうちから選択される化合物半導体であることを特徴とする発光又は受光用半導体モジュール。

- 5 12. 発光又は受光機能のあるほぼ球状の複数の半導体デバイスであって、その各々が、p形又はn形の半導体からなるほぼ球状の半導体結晶の一部を除去して平坦面を形成した半導体素子と、前記平坦面を除く半導体素子の表層部に形成された拡散層又は半導体薄膜堆積層およびこの拡散層又は半導体薄膜堆積層を介して形成されたほぼ球面状のpn接合と、前記半導体素子の中心を挟んで対向する
10 るように前記平坦面とこの平坦面と反対側の頂部に設けられ前記pn接合の両端に接続された第1、第2の電極とを備えた複数の半導体デバイスを製作する第1工程と、

- 複数の半導体デバイスを複数行複数列のマトリックス状に配置してそれら半導体デバイスの導電方向を列方向に揃え、複数の接続リードを介して各列の半導体
15 デバイスを電氣的に直列接続すると共に各行の半導体デバイスを電氣的に並列接続する第2工程と、

前記複数の半導体デバイスと複数の接続リードを含む組立体を透明合成樹脂製の光透過部材でパッケージする第3工程と、

を備えたことを特徴とする発光又は受光用半導体モジュールの製造方法。

- 20 13. 発光又は受光機能のあるほぼ球状の複数の半導体デバイスであって、その各々が、p形又はn形の半導体からなるほぼ球状の半導体結晶の一部を除去して平坦面を形成した半導体素子と、前記平坦面を除く半導体素子の表層部に形成された拡散層又は半導体薄膜堆積層およびこの拡散層又は半導体薄膜堆積層を介して形成されたほぼ球面状のpn接合とを備えた複数の電極未形成半導体デバ
25 イスを製作する第1工程と、

複数の電極未形成半導体デバイスを複数行複数列のマトリックス状に配置し、それら電極未形成半導体デバイスの導電方向を列方向に揃え、各電極未形成半導体デバイスの平坦面とこの平坦面と反対側の頂部に塗布した導電性ペーストと複

図 1

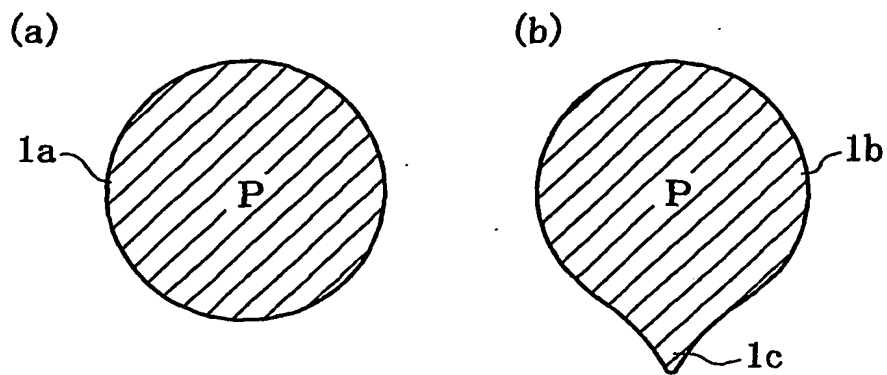


図 2

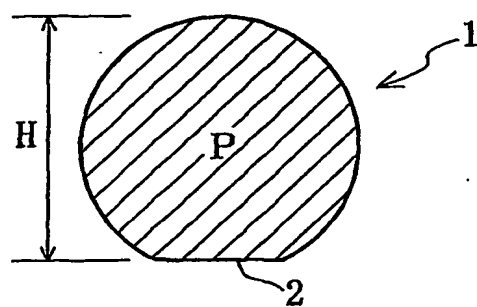


図 3

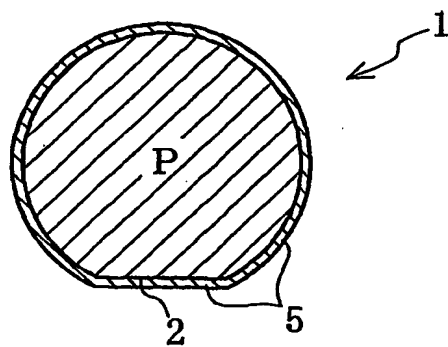


図 4

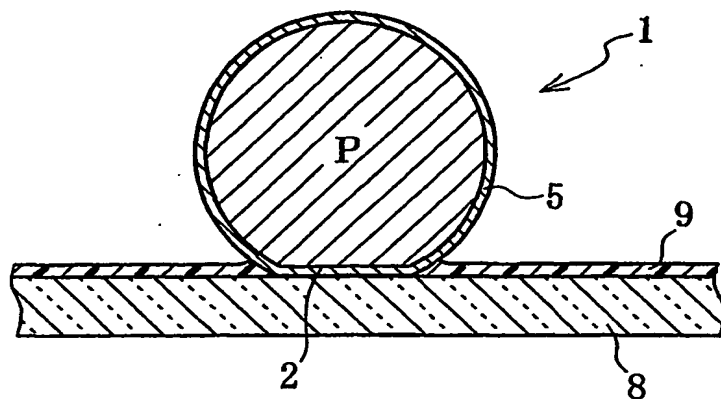


図 5

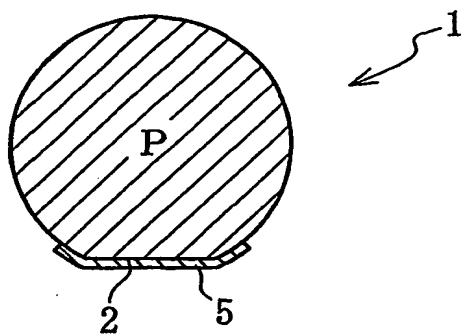


図 6

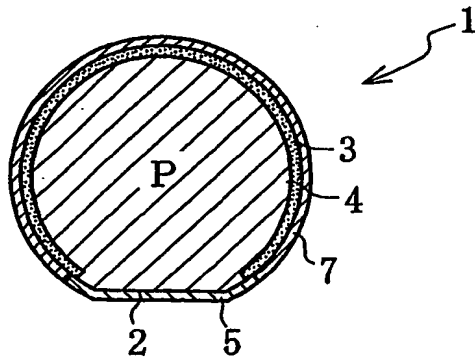


図 7

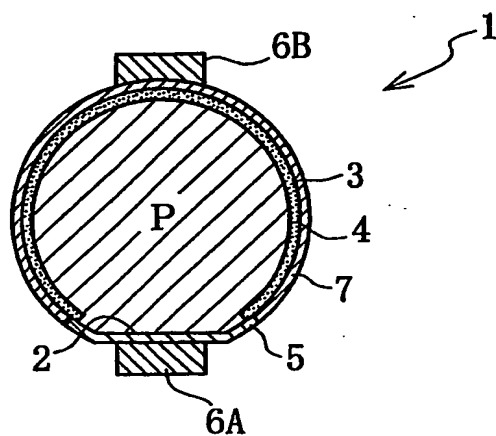


図 8

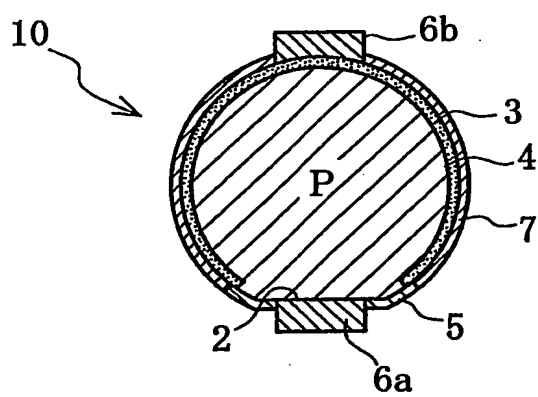


図9

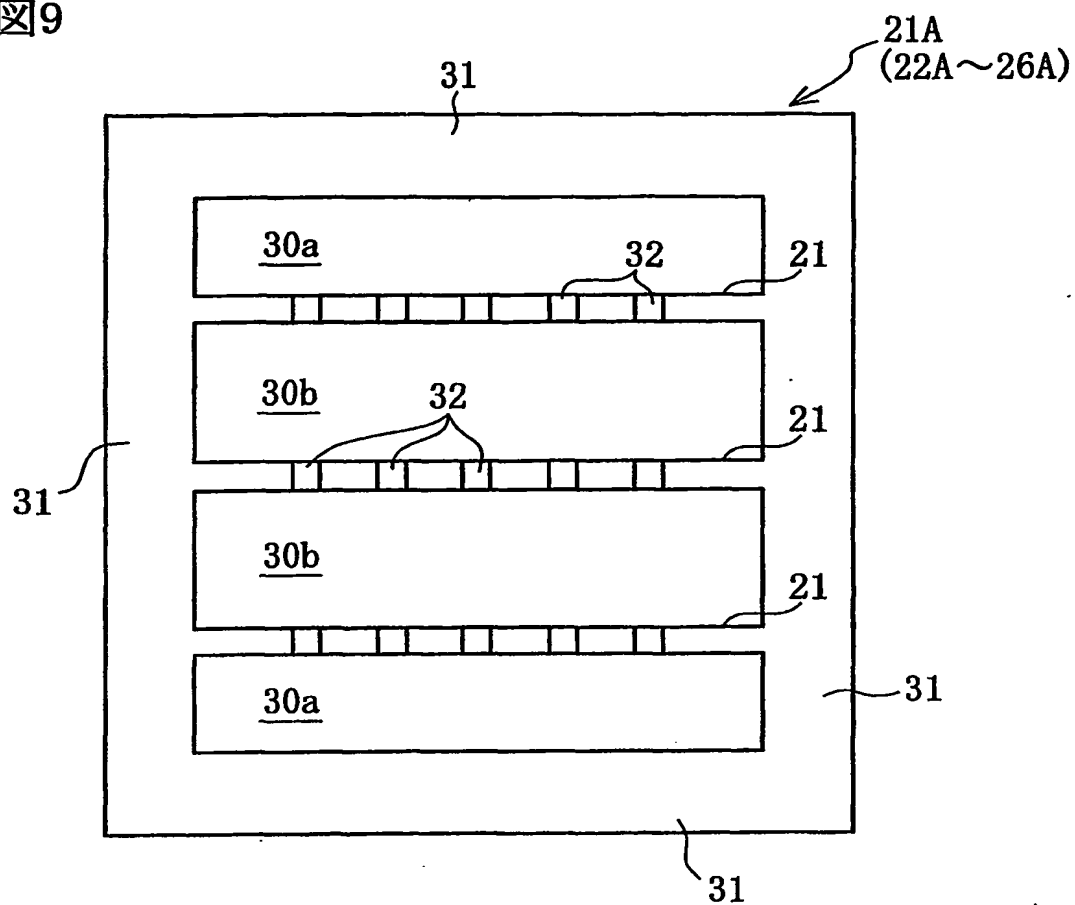


図10

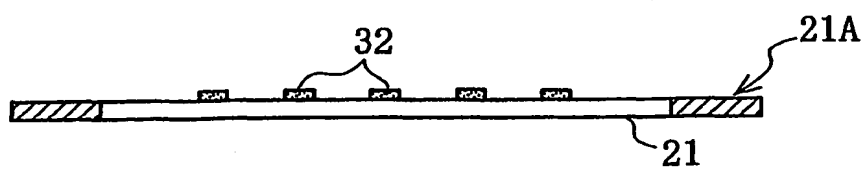


図11

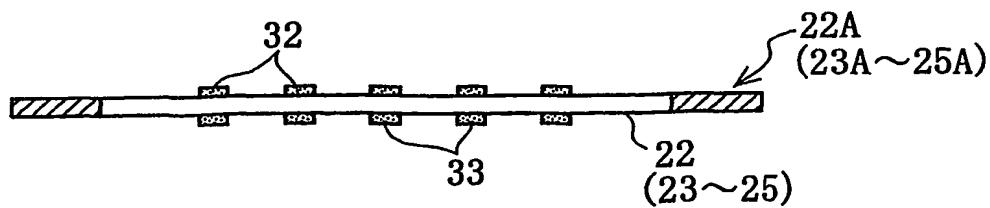


図12

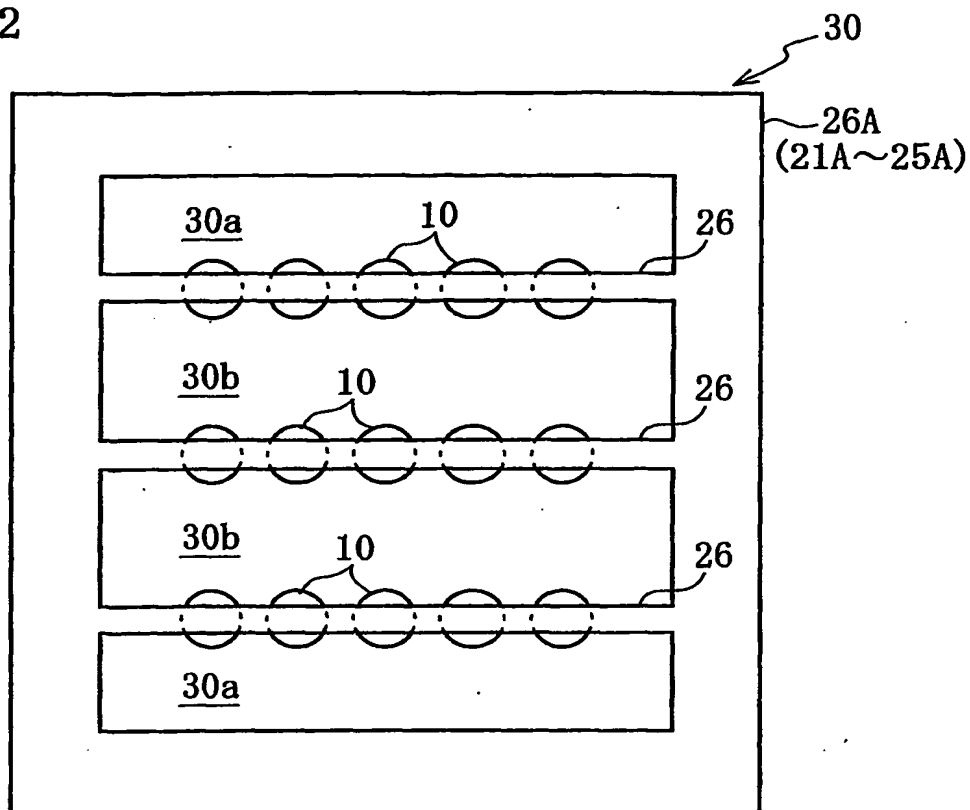


図13

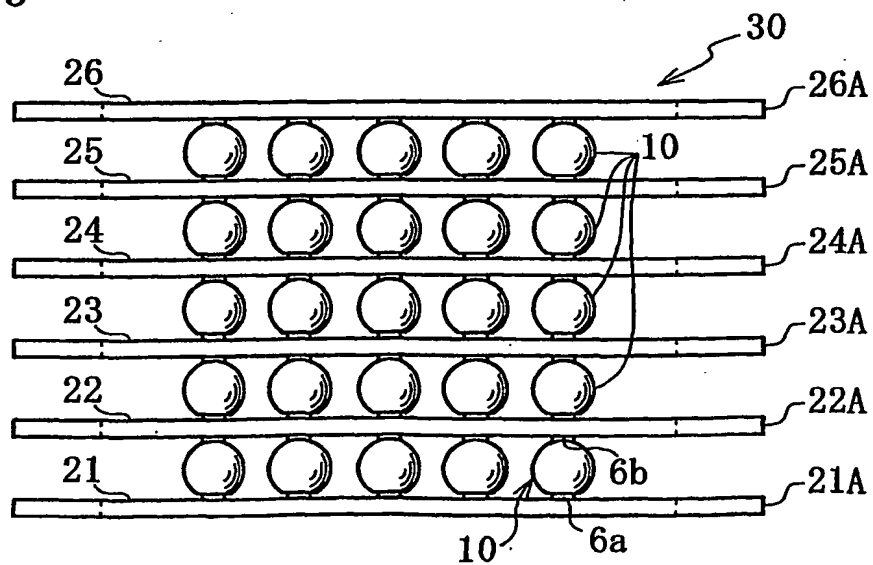


図14

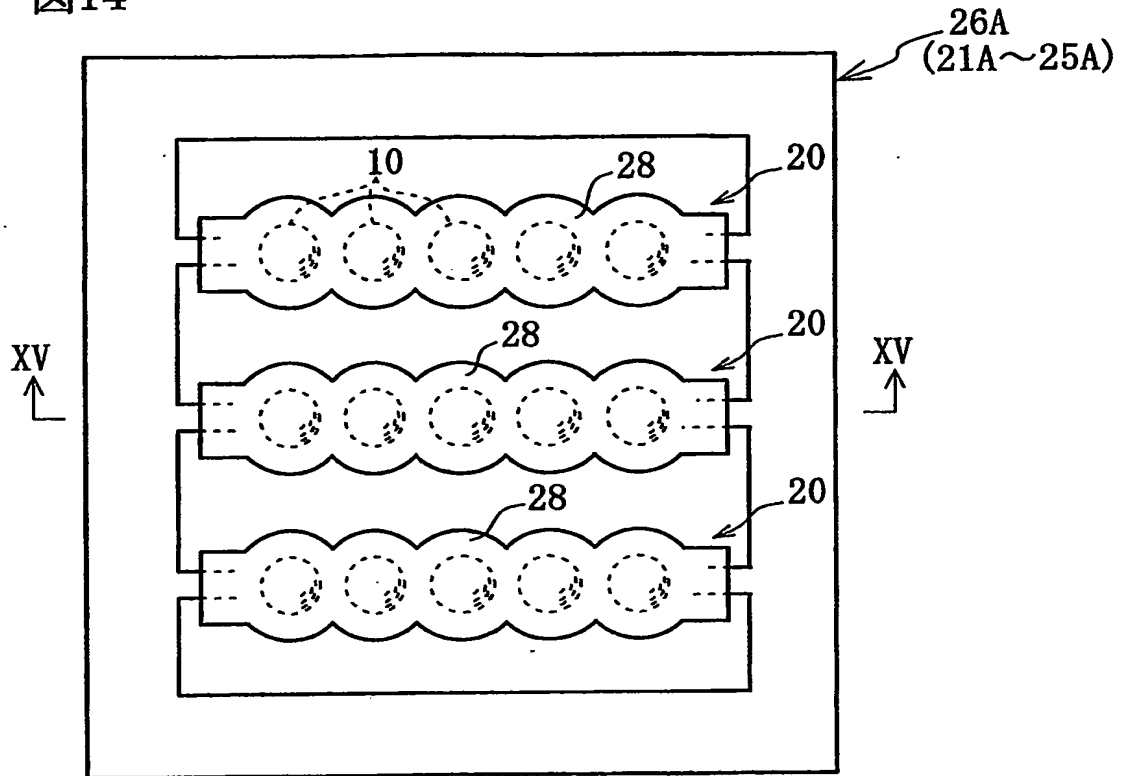


図15

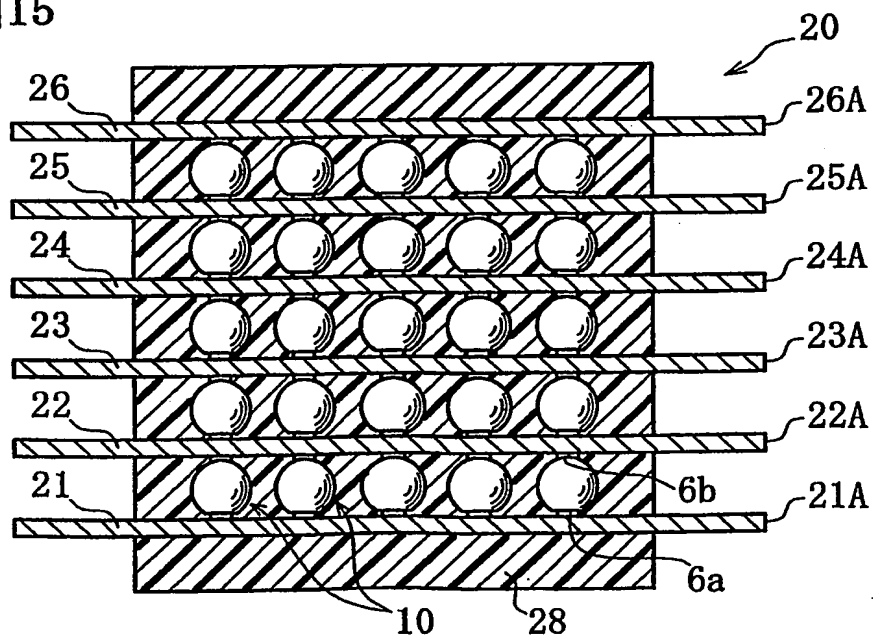


図16

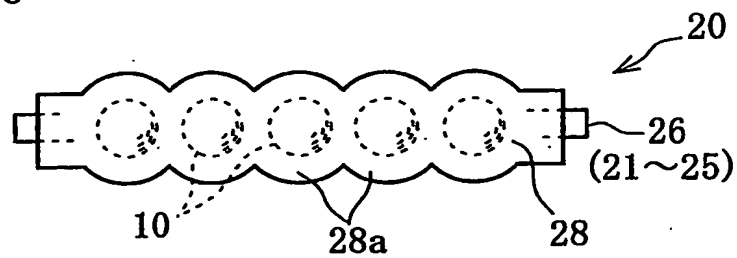


図17

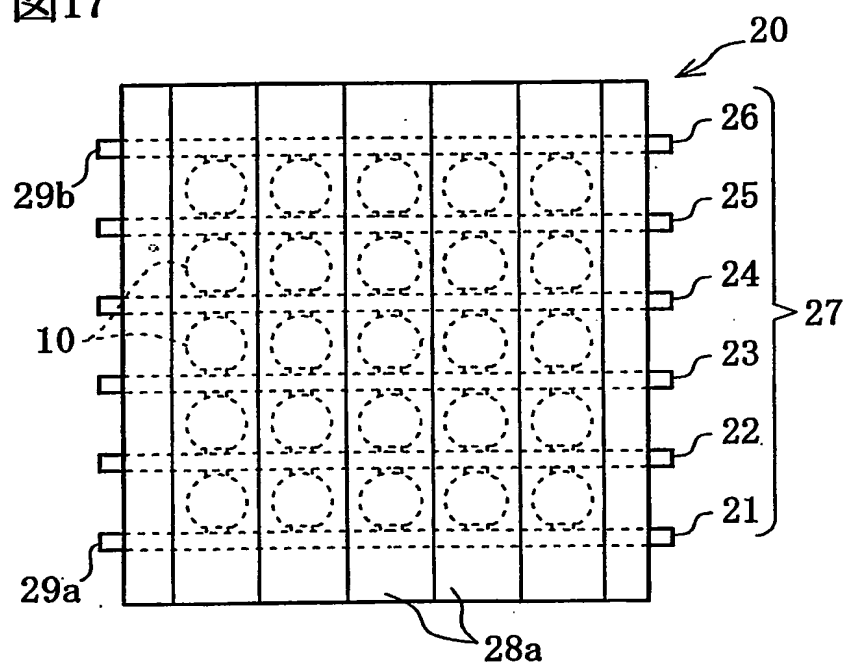


図18

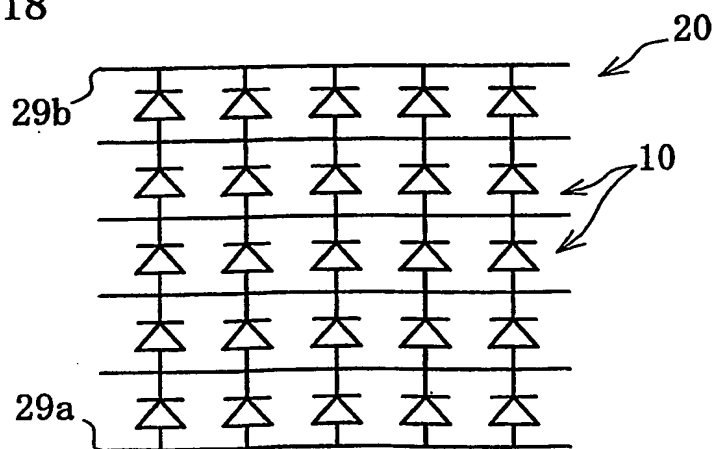


図19

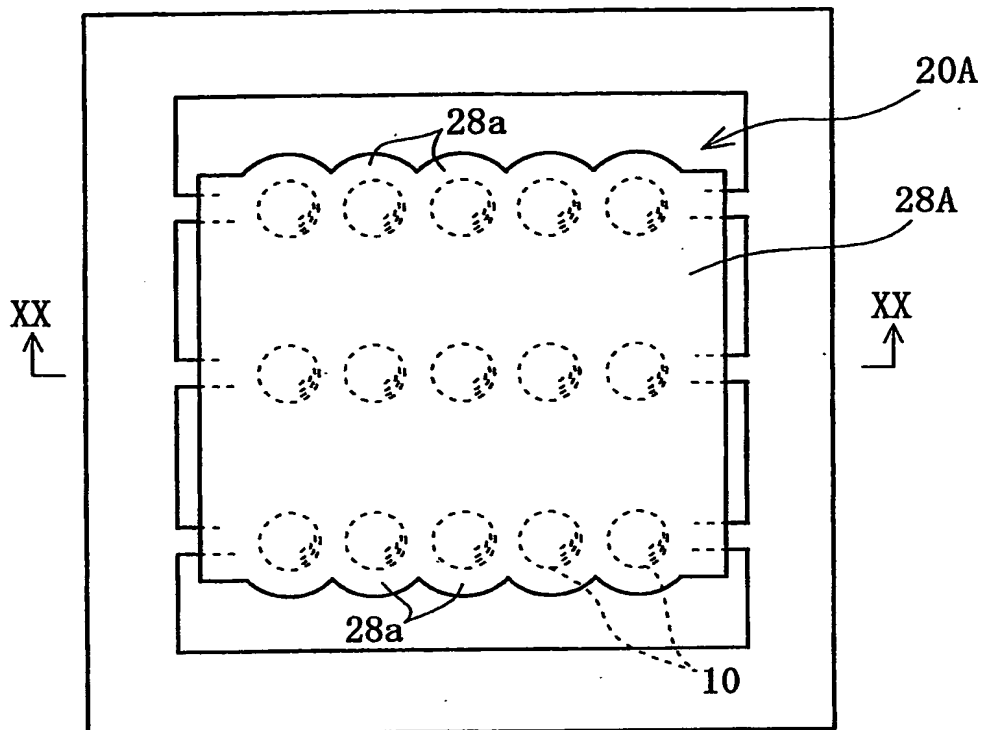


図20

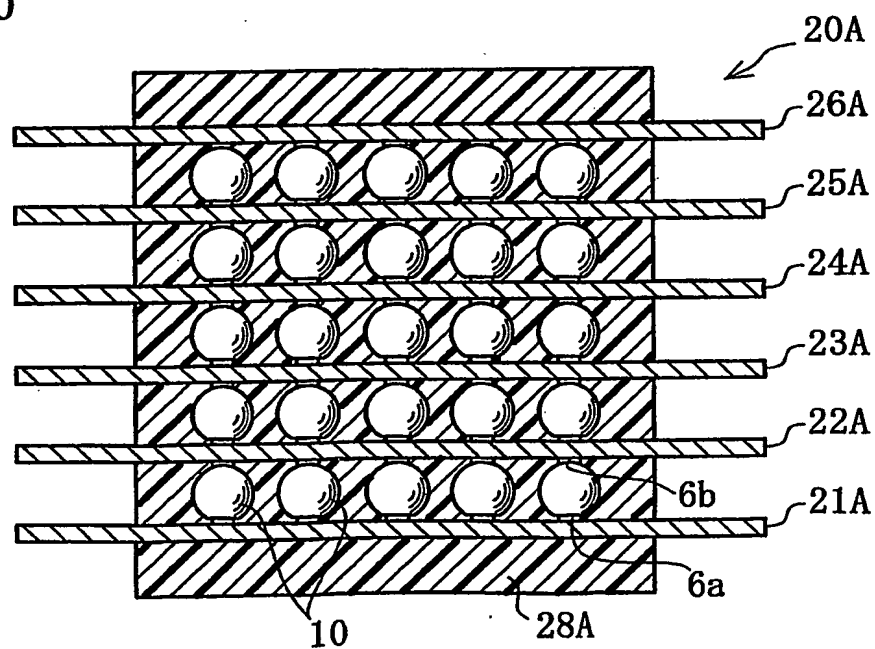


図21

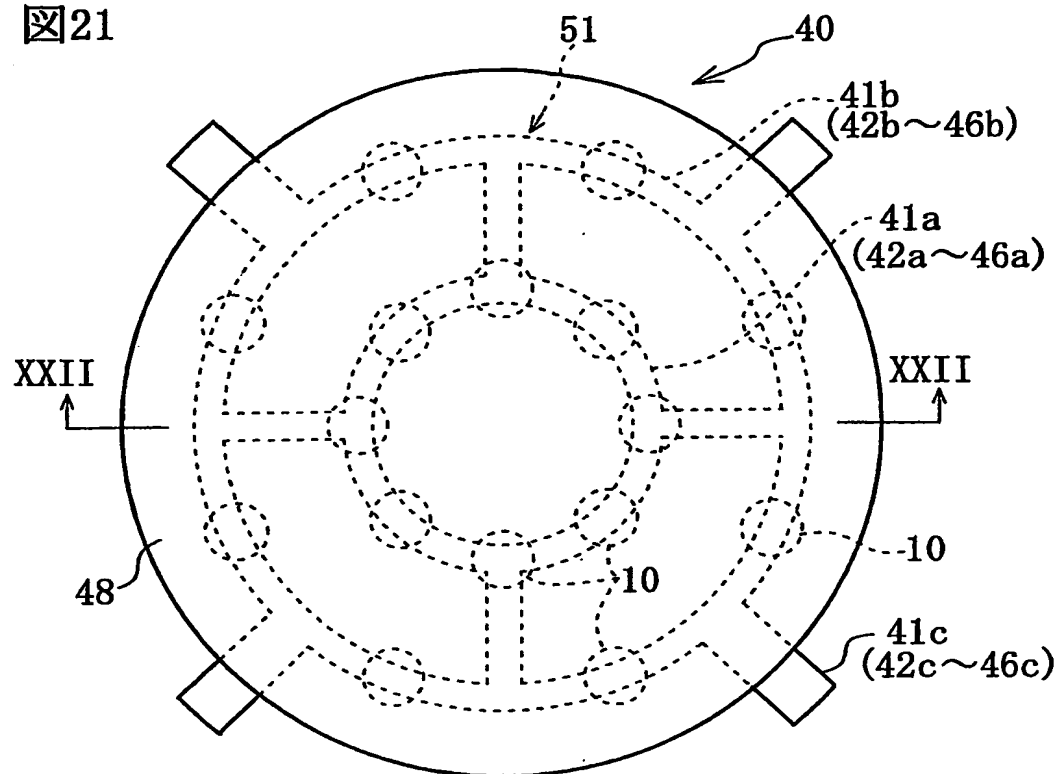


図22

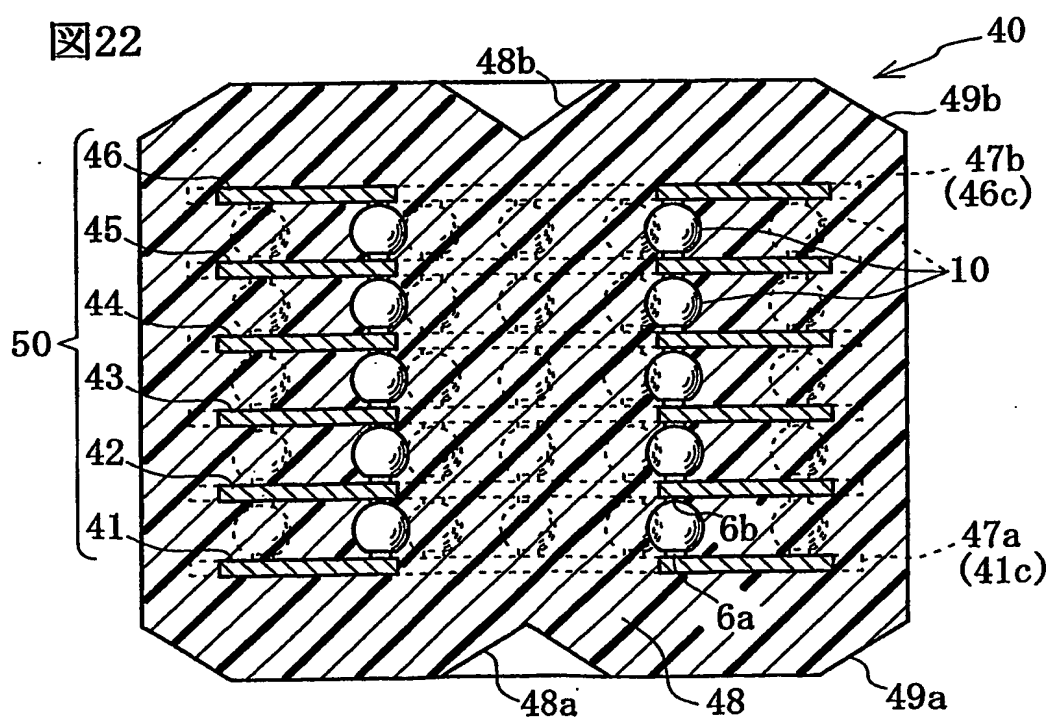


图23

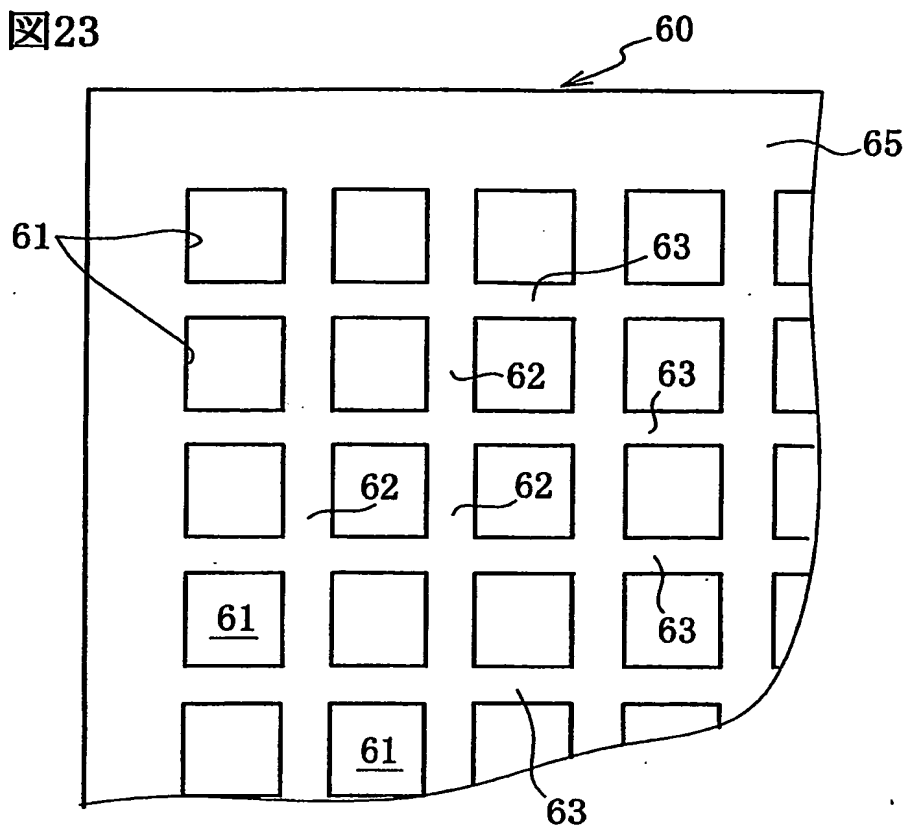


图24

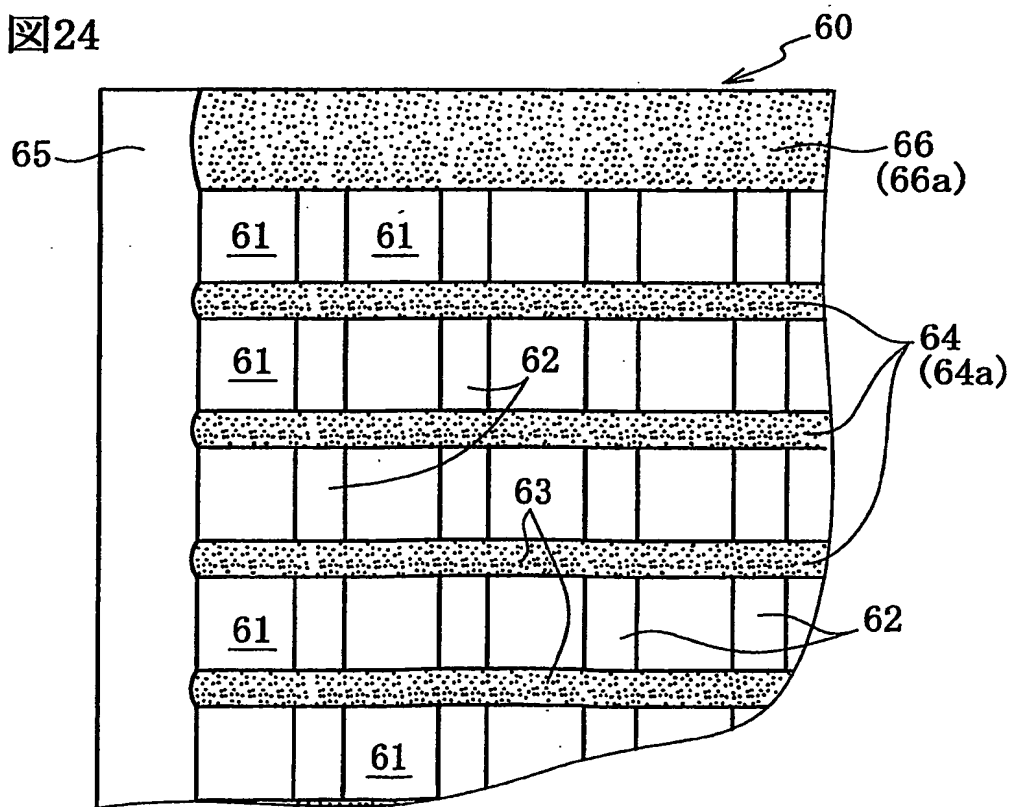


図25

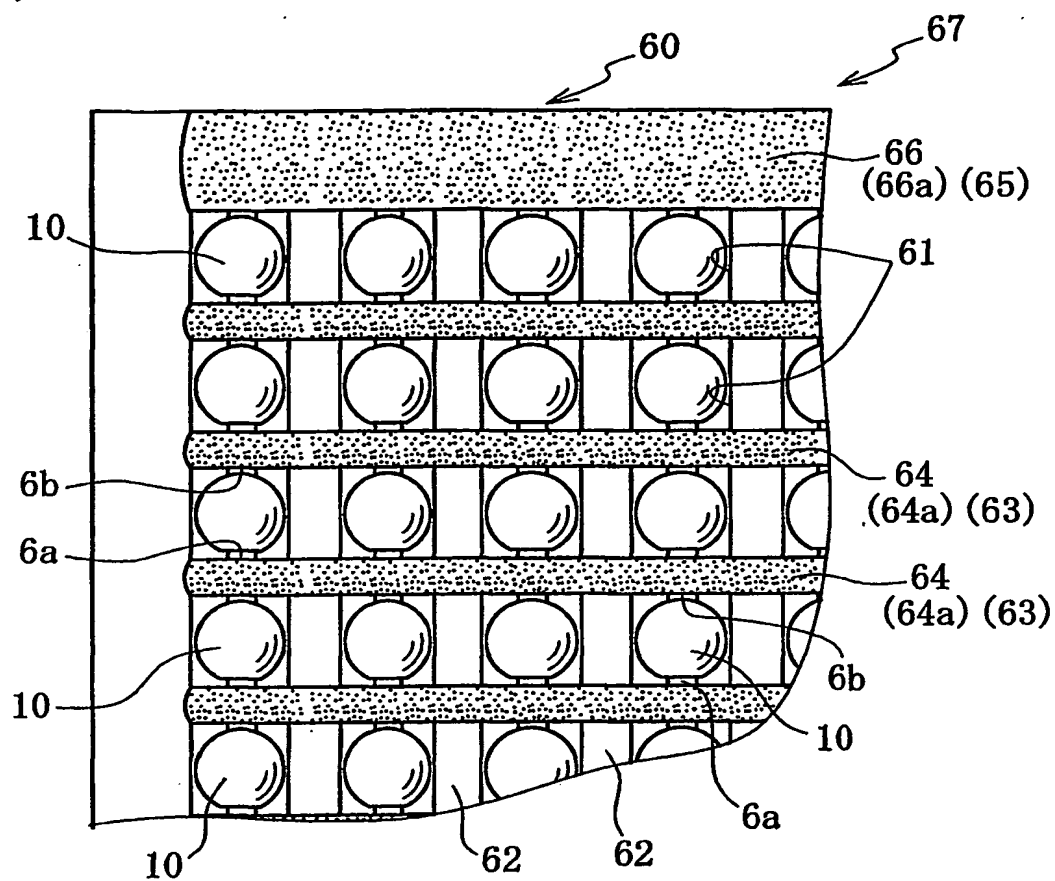


図26

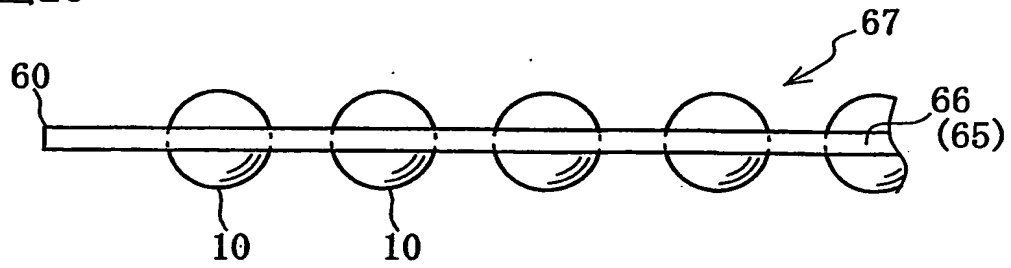


図27

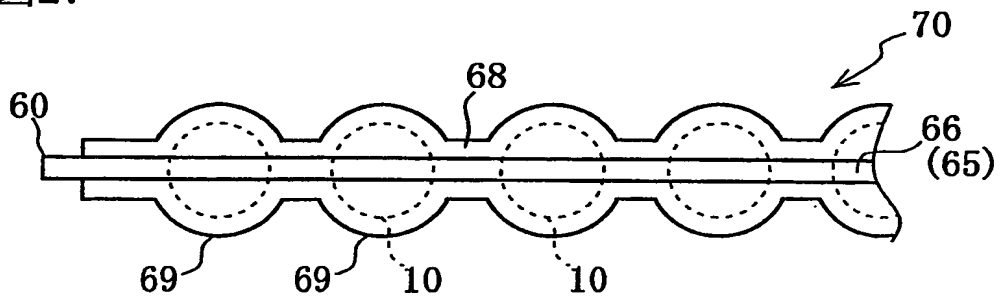


図28

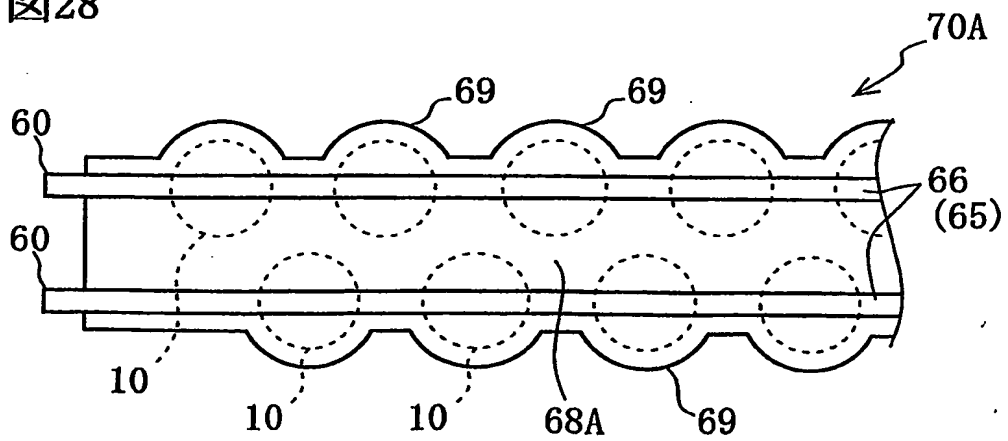


図29

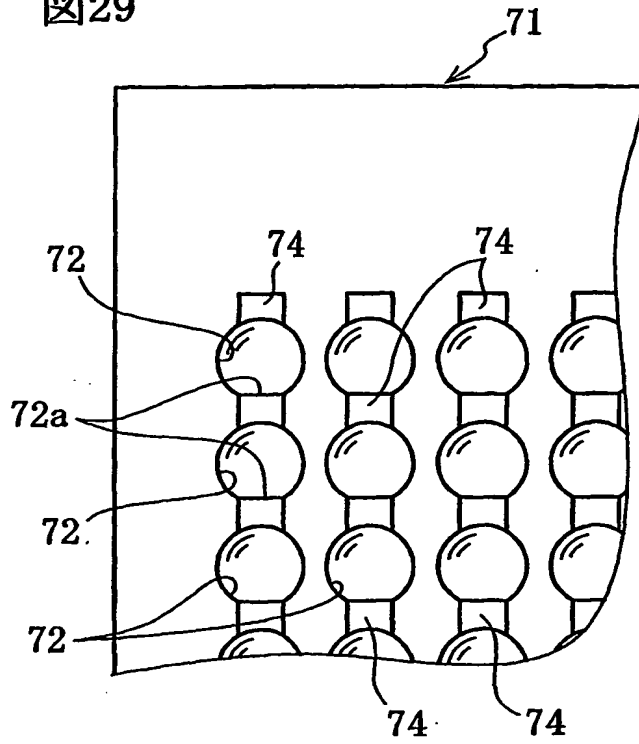


図30

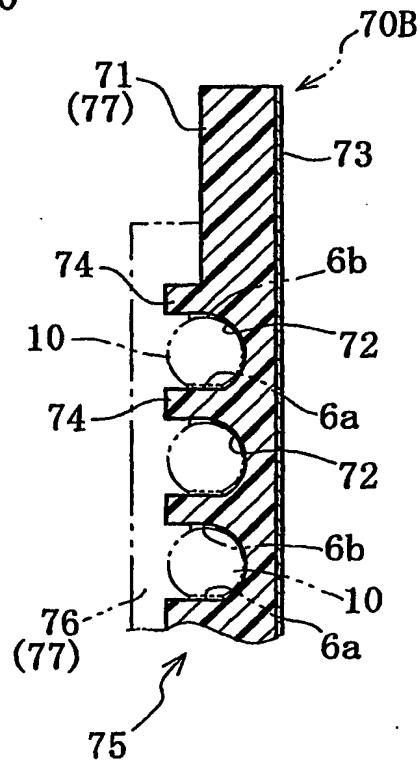


図31

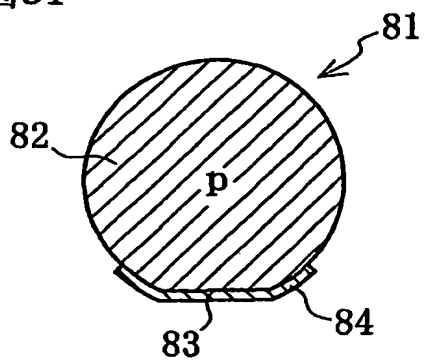


図32

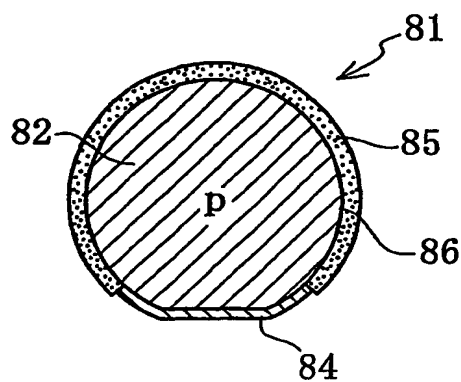


図33

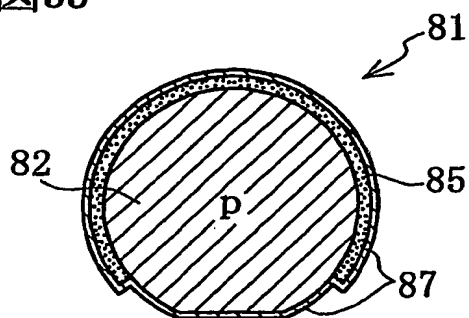


図34

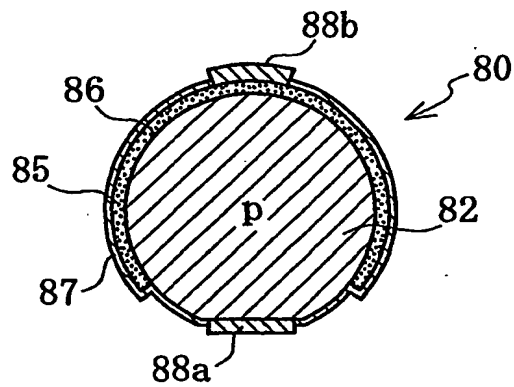


図35

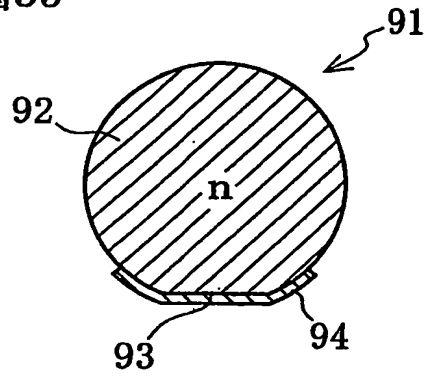


図36

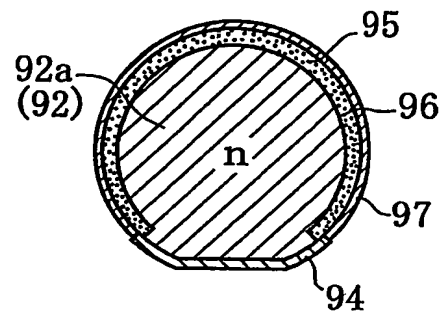


図37

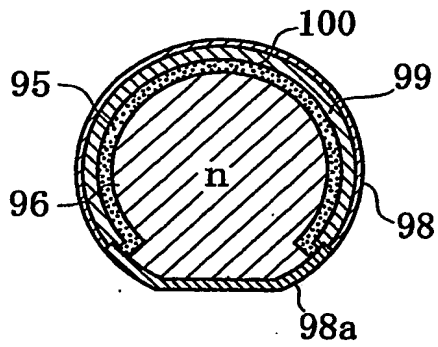
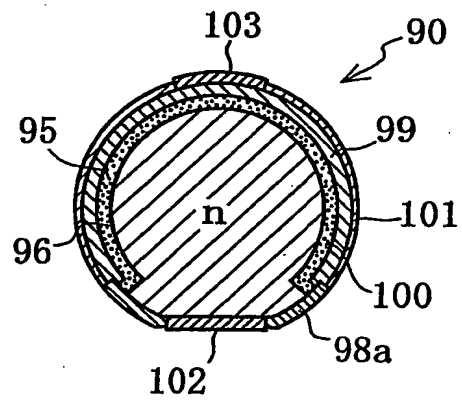


図38



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/06972

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H01L31/072, H01L31/103, H01L33/00, H01L29/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H01L31/00-31/119, H01L33/00, H01L29/06-29/10

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1940-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2001-177132 A (Mitsui High Tec Inc.), 29 June, 2001 (29.06.01) (Family: none)	1-13
Y	JP 2001-156315 A (Mitsui High Tec Inc.), 08 June, 2001 (08.06.01) (Family: none)	1-13
Y	JP 2001-168369 A (Josuke NAKATA), 22 June, 2001 (22.06.01) (Family: none)	1-13
Y	WO 98/15983 A (Josuke NAKATA), 16 April, 1998 (16.04.98), & AU 9672278 A & EP 866506 A & CN 1194727 A & JP 10-517366 A & KR 99063830 A & US 6204545 B & TW 418544 A	1-13
A	US 4691076 A (Levine et al.), 01 September, 1987 (01.09.87), & JP 61-124179 A & US 4806495 A & CN 8600381 A & CN 1041244 A & CN 1042275 A & CN 1044874 A	1-13

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"I" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
07 September, 2001 (07.09.01)Date of mailing of the international search report
18 September, 2001 (18.09.01)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/06972

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 9-162434 A (Hitachi, Ltd.), 20 June, 1997 (20.06.97) (Family: none)	1-13
A	JP 2001-102618 A (Sony Corporation), 13 April, 2001 (13.04.01) (Family: none)	1-13
A	US 5469020 A (Herrick), 21 November, 1995 (21.11.95) (Family: none)	1-13
A	JP 5-36997 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 12 February, 1993 (12.02.93) (Family: none)	1-13
A	JP 2000-22184 A (Nippon Telegr. & Teleph. Corp. <NTT>), 21 January, 2000 (21.01.00) (Family: none)	1-13

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L31/072, H01L31/103, H01L33/00, H01L29/06

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L31/00-31/119, H01L33/00, H01L29/06-29/10

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1940年-1996年

日本国公開実用新案公報 1971年-2001年

日本国登録実用新案公報 1994年-2001年

日本国実用新案登録公報 1996年-2001年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2001-177132 A (株式会社三井ハイテック) 29. 6月. 2001 (29. 06. 01) (ファミリーなし)	1-13
Y	JP 2001-156315 A (株式会社三井ハイテック) 8. 6月. 2001 (08. 06. 01) (ファミリーなし)	1-13
Y	JP 2001-168369 A (中田 仗祐) 22. 6月. 2001 (22. 06. 01) (ファミリーなし)	1-13

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

07. 09. 01

国際調査報告の発送日

18.09.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JJP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

浜田 聖司



2K

9207

電話番号 03-3581-1101 内線 3254

C (続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	WO 98/15983 A (中田 仗祐) 16. 4月. 1998 (16. 04. 98) & AU 9672278 A & EP 866506 A & CN 1194727 A & JP 10-517366 A & KR 99063830 A & US 6204545 B & TW 418544 A	1-13
A	US 4691076 A (Levine et al.) 1. 9月. 1987 (01. 09. 87) & JP 61-124179 A & US 4806495 A & CN 8600381 A & CN 1041244 A & CN 1042275 A & CN 1044874 A	1-13
A	JP 9-162434 A (株式会社日立製作所) 20. 6月. 1997 (20. 06. 97) (ファミリーなし)	1-13
A	JP 2001-102618 A (ソニー株式会社) 13. 4月. 2001 (13. 04. 01) (ファミリーなし)	1-13
A	US 5469020 A (Herrick) 21. 11月. 1995 (21. 11. 95) (ファミリーなし)	1-13
A	JP 5-36997 A (三洋電機株式会社) 12. 2月. 1993 (12. 02. 93) (ファミリーなし)	1-13
A	JP 2000-22184 A (日本電信電話株式会社) 21. 1月. 2000 (21. 01. 00) (ファミリーなし)	1-13